

УДК 670.191.33

М.Сташків, канд. техн. наук, доц., О.Цьонь, канд. техн. наук, доц., І.Бортник
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

СКІНЧЕНО - ЕЛЕМЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КУТОВОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГИНІ ТОНКОСТІННОГО СТЕРЖНЯ КОРОБЧАТОГО ПРОФІЛЮ

M.Stashkiv, Ph.D., Assoc. Prof., O.Tson, Ph.D., Assoc. Prof., I.Bortnyk
FINITE ELEMENT MODELING OF THE CORNER - CRACK IN THE THIN-WALLED BOX BEAM UNDER BENDING

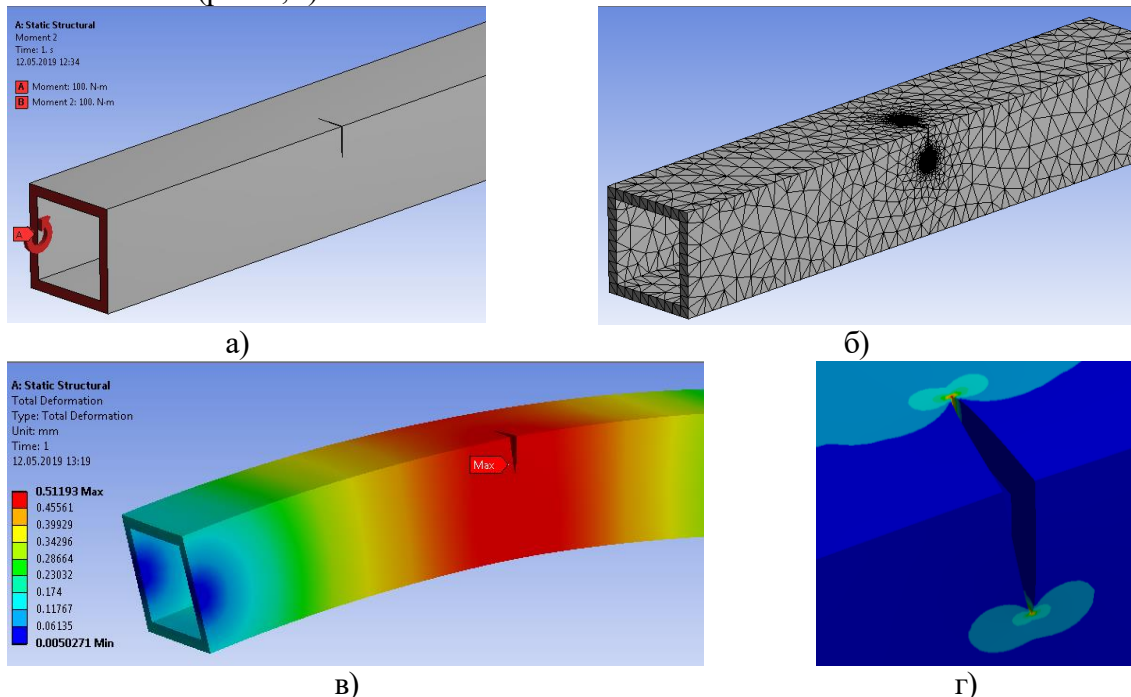
Для виготовлення несучих конструкцій машин та споруд широко застосовуються тонкостінні елементи з різноманітною формою поперечного перетину. Такі елементи досить часто мають конструктивні чи технологічні концентратори напружень, які в умовах експлуатації приводять до накопичення пошкоджень та утворення тріщин.

Авторами було запропоновано моделі напружено - деформованого стану тонкостінних елементів відкритого профілю з крайовою тріщиною [1, 2].

Мета роботи – змоделювати кутову наскрізну тріщину у тонкостінному елементі замкнутого профілю засобами програмного комплексу ANSYS Workbench Academic.

Об'єкт дослідження – коефіцієнт інтенсивності напружень (КІН) у вершинах кутової поперечної тріщини у тонкостінному коробчастому профілі при чистому згині.

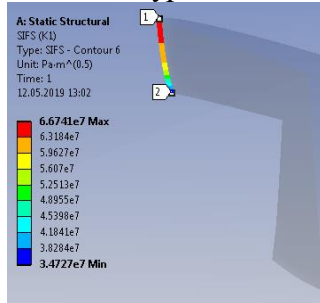
Для моделювання кутової тріщини засобами ANSYS Workbench Academic застосовано опцію Pre-Meshed Crack. Сітку скінчених елементів (рис. 1, б) створено методом Tetrahedrons за алгоритмом Patch Conforming з ущільненням локальної сітки у вершині тріщини за допомогою опції Sizing - Sphere of Influence. Розмір тетраедральних елементів глобальної сітки - 5 мм, розміри елементів локальної сітки - 0,1 мм. Максимальний прогин тонкостінного стержня у центральній частині становить близько 0,5 мм (рис. 1, в). У вершинах тріщин чітко проявляються зони пластичного деформування характерної форми, – так звані «метелик» (рис. 1, г).



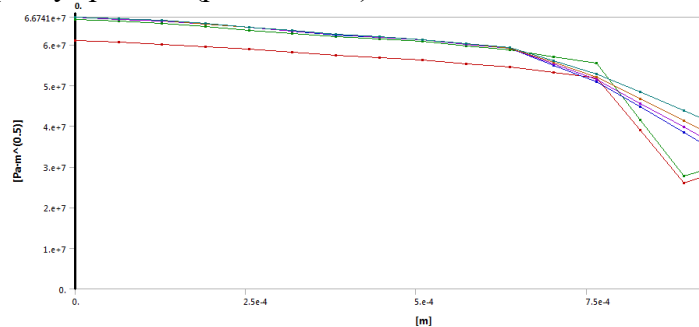
а – схема навантаження тонкостінного стержня; б – кінцево-елементна сітка;
в – деформація стержня; г – зони пластичних деформацій у вершинах тріщини
Рис. 1. Моделювання коробчастого профілю з кутовою поперечною тріщиною

За результатами моделювання бачимо, що максимальне значення КІН по фронту тріщини буде на зовнішній стороні стінок профілю (т.1). Крім того, значення КІН для віток тріщини однакової довжини на горизонтальній стінці профілю буде більше, ніж на вертикальній стінці (рис. 2, а та в), що добре узгоджується з дослідженнями [3, 4].

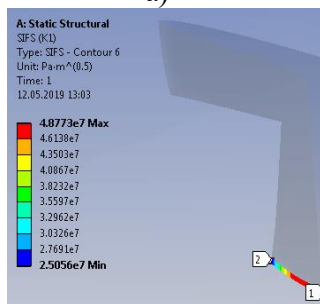
Розрахунок КІН у вершинах кутової тріщини проведено по шести контурах. Модель є достатньо точною, оскільки результати моделювання практично повністю співпадають у п'яти з шести контурів на двох третях фронту тріщини (рис. 2, б та г).



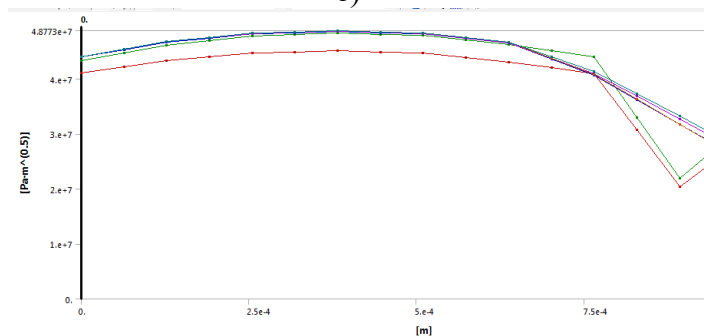
а)



б)



в)



г)

а, в – розподіл КІН по фронту тріщини; б, г – контури наближень розподілу КІН

Рис. 2. Розподіл КІН по фронту кутової тріщини у тонкостінному коробчастому профілі

Надалі доцільно було б порівняти чисельні значення КІН нормального відриву КІ, отримані при імітаційному моделюванні, з результатами математичного моделювання [3, 4] та дослідити вплив поширення тріщини на характер деформації тонкостінного коробчастого профілю з врахуванням КІН поперечного КІІ та поздовжнього КІІІ зсуву.

Література

1. Станько А. Моделювання смуги з крайовою поперечною тріщиною при одновісному розтягу / Станько А., Сташків М. // Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – Том 1. – С. 93 – 94.
2. Сташків М. Моделювання розвитку крайової поперечної тріщини при згині тонкостінного елемента відкритого профілю / М.Я. Сташків, О.П. Цьонь, І.М. Бортник // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 187 – 188.
3. Сташків М. Визначення КІН для кутової наскрізної тріщини у тонкостінному стержні прямокутного профілю при дії згинального моменту // Вісник ТДТУ, 2003. – Т.8. – №3. – С. 32 – 38.
4. Підгурський М., Сташків М. Розвиток наскрізних тріщин в гнutoзварних тонкостінних елементах коробчастого профілю // Вісник ТДТУ, 2006. – Т. 11. – № 4. – С. 78 – 86.